

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1934

THÈSE

N°

492

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Suzanne ROULE

Ancienne Externe des Hôpitaux
Diplômée de l'Institut de Médecine Coloniale,
de l'Institut d'hygiène
et de l'École de Sérologie de Paris
Née le 28 Mars 1904 à Toulouse (Haute-Garonne)

**ROLE DES POISSONS LARVIVORES
DANS LA PROPHYLAXIE DU PALUDISME**

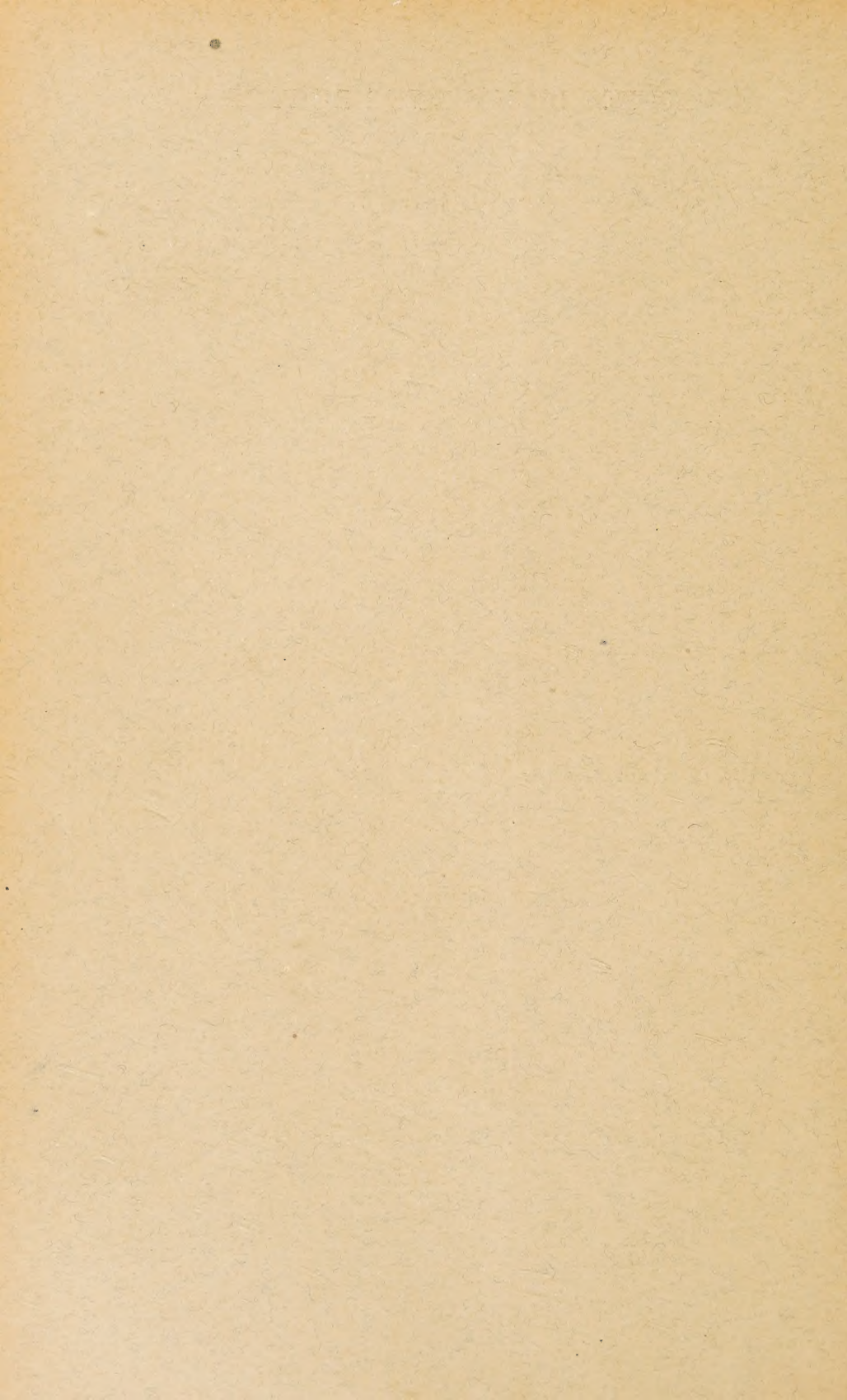
Président : M. BRUMPT, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE E. LE FRANÇOIS

91, BOULEVARD ST-GERMAIN, 91

1934



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1934

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Suzanne ROULE

Ancienne Externe des Hôpitaux
Diplômée de l'Institut de Médecine Coloniale,
de l'Institut d'hygiène
et de l'École de Sérologie de Paris
Née le 28 Mars 1904 à Toulouse (Haute-Garonne)

**ROLE DES POISSONS LARVIVORES
DANS LA PROPHYLAXIE DU PALUDISME**

Président : M. BRUMPT, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE E. LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD ST-GERMAIN, 91

1934

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie.....	ROUVIERE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale.....	PROUST.
Physiologie.....	Léon BINET.
Physique médicale.....	STROHL.
Chimie médicale.....	DESCREZ.
Bactériologie.....	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.....	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BAUDOUIN.
Pathologie médicale.....	CLERC.
Pathologie chirurgicale.....	CHEVASSU.
Anatomie pathologique.....	ROUSSY.
Histologie.....	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.....	TIFFENEAU.
Thérapeutique.....	LÉPER.
Hygiène et médecine préventive.....	TANON.
Médecine légale.....	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée.....	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	M. VILLARET.
Clinique médicale.....	ACHARD.
	BEZANÇON.
	CARNOT.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance.....	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale ..	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.....	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.....	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale.....	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique.....	TERRIEN.
Clinique urologique.....	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements.....	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique.....	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.....	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique.....	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique.....	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose.....	Léon BERNARD.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte.....	MATHIEU.
	HOVELACQUE
Professeurs sans chaire.....	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ALAJOUANINE... Neurologie et Psychiâtrie.
 BÉNARD (Henri). Pathologie médicale.
 BERNARD Étienne. Pathologie médicale.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BROcq..... Pathologie chirurgicale.
 BULLIARD..... Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHABROL..... Pathologie médicale.
 CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
 DOGNON..... Physique.
 DONZELOT Pathologie médicale.
 FEY Urologie.
 GALLIARD..... Parasitologie.
 GASTINEL..... Bactériologie.
 GATELIER Pathologie chirurgicale.
 DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD Pharmacologie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.
 LABBÉ (Henri)... Chimie biologique.
 LACOMME Obstétrique.

MM.

LANTUÉJOUL .. Obstétrique.
 LAROCHE (Guy). Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI.. Neurologie et Psychiâtrie.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET . Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING..... Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.
 PIÉDELIEVRE . Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 QUÉNU Pathologie chirurgicale.
 RICHET Physiologie.
 SANNIÉ..... Chimie biologique.
 SÉNÈQUE..... Pathologie chirurgicale.
 SÉZARY Dermatologie et syphili-
 graphie.
 TROISIER Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VALLÉRY-RADOT
 (Pasteur)..... Pathologie médicale
 VELTER Ophthalmologie
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
 ZIMMERN Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

MM.		MM.	
ABRAMI	} Clinique médicale.	ECALLE.....	} Clinique obstétricale
AUBERTIN.....		GUÉNIOT	
BRULE		LE LORIER.....	
CHIRAY		LÉVY-SOLAL ...	
DUVOIR		METZGER	
HARVIER.....			
LIAN.....			
MM.			
BASSET	} Clinique chirurgicale.		
CADENAT.....			
HEITZ-BOYER ..			
MOCQUOT			
MOURE			
SCHWARTZ.....			

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé.....	Éducation physique
FREY.....	Stomatologie.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MA MÈRE ET A MON PÈRE

A MA FAMILLE

A MES AMIES

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR E. BRUMPT

Professeur de parasitologie

Membre de l'Académie de Médecine

*Qui a bien voulu me faire l'honneur
d'accepter la présidence de cette
thèse. En témoignage de ma pro-
fonde reconnaissance pour l'ensei-
gnement que j'ai reçu dans son labo-
ratoire.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR GOUGEROT

Professeur de Clinique dermatologique à la Faculté

Médecin de l'hôpital Saint-Louis

*Avec l'hommage de mon respec-
tueux attachement et de ma sincère
gratitude pour la bienveillance qu'il
n'a cessé de me témoigner.*

A MES MAITRES
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DE L'INSTITUT
DE MÉDECINE COLONIALE (1932)
DE L'INSTITUT D'HYGIÈNE (1933)
ET DES HOPITAUX

et tout particulièrement à :

- M. LE PROFESSEUR J. L. FAURE.
M. LE PROFESSEUR TANON.
M. LE PROFESSEUR LAIGNEL-LAVASTINE.
M. LE DOCTEUR SAINTON.
M. LE DOCTEUR HUBER.
M. LE DOCTEUR DEVRAIGNE.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

ROLE DES POISSONS LARVIVORES DANS LA PROPHYLAXIE DU PALUDISME

Au contraire des grandes endémies comme la peste, la fièvre jaune, le choléra, qui se révèlent brusquement en un point de la terre, s'étendent rapidement, tuent en peu de temps, un grand nombre d'individus, puis disparaissent, le paludisme a une action cachée mais tout autant meurtrière.

En Europe, surtout dans la partie occidentale, par suite des travaux d'assèchement des marais et marécages qui ont été faits lentement et sûrement depuis 2.000 ans, le paludisme a disparu, sauf en quelques points. Nous savons quel effet produisait sur nos aïeux ces nappes d'eaux malsaines par les descriptions de VIRGILE, d'HORACE et jusqu'à VILLON qui les nomme « infernaux paluds ». Le paludisme était une maladie dont on ne parlait guère, que l'on distinguait mal des autres fièvres et qui n'intéressait pas, car peu de gens en étaient atteints.

Mais la découverte de terres nouvelles, très souvent paludéennes sur d'immenses espaces, et que le travail humain n'a pas encore assainies, montra combien le paludisme pouvait être néfaste, et capable à lui seul

de désorganiser une armée, une exploration et d'arrêter l'effort colonial.

La découverte, en 1880, de l'hématozoaire du paludisme par LAVERAN, et les travaux de ROSS et GRASSI ont permis non-seulement l'emploi précis de la quinine, mais d'expliquer le rôle du moustique et par conséquent celui de l'eau stagnante.

Connaissant ainsi la triade paludéenne, l'eau, le moustique, l'homme infecté, il semble facile de la supprimer :

l'eau, en l'asséchant.

L'homme, en stérilisant son sang par la quinine.

Le moustique, en le détruisant.

A la fin du XIX^e siècle, l'effort a surtout porté sur le malade. La mise au point du traitement assure la guérison d'une façon indiscutable et supprime les porteurs de *Plasmodium*. Seulement les paludéens sont nombreux, ils appartiennent à des tribus nomades, ou sont eux-mêmes très négligents de leur propre santé. Si bien que malgré l'efficacité du traitement, le paludisme au début du XX^e siècle n'avait pas subi de régression notable, et les européens étaient toujours autant exposés lors qu'ils voyageaient hors de leur métropole. On pensa alors, puisque les malades ne pouvaient être que rarement soignés, qu'il était nécessaire de supprimer, si possible, les occasions de devenir paludéen, c'est-à-dire agir sur les marécages et les anophèles, qui eux présentent l'avantage de ne pouvoir se dérober à l'action humaine.

De là est venue l'idée de la prophylaxie du palu-

disme menée comme une lutte. Lutte immense qui réclame non-seulement la compétence du médecin mais l'art des ingénieurs et l'aide de l'État. On s'aperçut alors de toutes les difficultés que ce projet suscitait. Malgré les moyens modernes, pouvait-on espérer faire disparaître rapidement des lagunes, des deltas limoneux, des marécages, des longues rives malsaines des fleuves, dont la superficie totale excède largement celle de la France, alors qu'il a fallu plusieurs siècles d'un labeur patient pour en nettoyer notre pays ? Il n'y a aucun espoir là-dessus, d'autant plus que cette prophylaxie est une des moindres préoccupations parmi les préoccupations mondiales. Si bien que la lutte contre le paludisme apparaît comme un essai qui doit s'accommoder des circonstances extérieures. Là, où cette maladie est menaçante et aux portes de la Ville, la lutte sera faite sans hésitation financière et menée avec vigueur. Dans les régions pauvres et désertiques, faites pour épargner quelques indigènes, elle semble une charité, et paraît un luxe à beaucoup. Entre ces deux extrêmes, on a toutes les modalités de la prophylaxie antipaludéenne employant les moyens les plus vastes et les plus dispendieux, et aussi les plus simples et les moins onéreux.

C'est dans ces derniers, qu'il faut placer l'emploi de la Gambusie, poisson minuscule de la famille des Pœcilliidées, et destructeur de larves d'*Anopheles*.

La gambusie fût introduite en France en 1924, d'abord en Corse par MM. BOYER et LUISI, puis par

le Professeur BRUMPT qui les répandit en plusieurs endroits dans ce département ; et les expériences multiples qu'il fit à ce sujet concluent favorablement sur l'efficacité et le pouvoir larvifère de ce poisson.

Je tiens à remercier tout spécialement ici mon maître, le Professeur Brumpt, pour son enseignement de médecine coloniale que j'ai suivi en 1933, et pour l'aide précieuse et documentée que j'ai trouvée dans son laboratoire. Je remercie également, M. GALLIARD, Professeur agrégé de parasitologie, qui a bien voulu m'aider de ses conseils.

LA PROPHYLAXIE DU PALUDISME

Elle comprend :

1^o la prophylaxie humaine par la destruction complète des hématozoaires dans le sang de l'homme infecté, par l'ingestion de quinine préventivement à toute piqûre, et par des précautions pour éviter les piqûres de moustiques.

2^o la destruction des moustiques. Ceux-ci sont difficilement atteints à l'état d'insectes parfaits. On les détruit plus sûrement, dans leur phase aquatique où ils sont vulnérables.

3^o l'assainissement des eaux stagnantes, pour lequel on dispose des grands et des petits moyens. Les premiers correspondent à une lutte définitive, les seconds à une défense palliative antipaludéenne.

Les grands moyens se distinguent par leur but inflexible qui est la disparition du paludisme là où se sont portés les efforts. C'est une œuvre de grande envergure qui nécessite un plan soigneusement étudié afin de ne pas disperser le travail et d'épargner l'argent, car la moindre erreur de technique entraîne des dépenses considérables. Le médecin et l'hygiéniste en maintenant la santé des ouvriers permettent l'exécution des travaux, et leur contrôle sanitaire.

L'État est le grand bénéficiaire en cas de réussite. Du même coup, il récupère des terrains devenus cultivables, et n'a plus à soigner des malades onéreux. L'Italie, en faisant disparaître peut-être définitivement les marais-pontins, nous donne de nos jours un exemple de cette méthode. Les travaux ont porté sur une nappe marécageuse de 750 kilomètres carrés, dont l'écoulement des eaux a été assuré, par des canaux ou collecteurs. Puis, il a fallu procéder au colmatage, au terrassement et au défrichement profond des nouvelles terres, et en même temps assurer le service d'assistance médicale et de prophylaxie antipaludéenne aux ouvriers et aux colons. Le succès de cette entreprise est d'autant plus remarquable que les Romains eux-mêmes n'avaient pu y arriver.

Il est très exceptionnel que la lutte antipaludéenne soit conduite avec une telle rigueur. En général on a recours aux petits moyens. Ceux-ci sont destinés à amoindrir le paludisme et à l'empêcher de devenir menaçant. Suivant la quantité de malades atteints ou l'intérêt social que ces derniers présentent, on renforcera ou on diminuera cette défense, car là, on ne peut pas dire qu'il y ait une lutte mais une élémentaire défense. Ayant ainsi perdu de sa vigueur, la prophylaxie antipaludéenne essaiera d'y remédier par les mesures les plus ingénieuses. Les moustiques y gagnent d'être souvent à égalité d'armes contre les hommes, grâce à leur vitalité et à leur multiplicité ; et si les hématozoaires voient parfois disparaître des files entières de leurs générations cycliques, il en

reste suffisamment pour que, dès que la défense fléchit, une poussée de paludisme rappelle que le péril est toujours là.

Ces moyens palliatifs sont caractérisés par les faits suivants :

1^o ils sont employés sur une petite échelle.

2^o leur usage est facile et ne nécessite pas l'emploi d'un nombreux personnel.

3^o ils sont moins onéreux que les grands moyens.

4^o ils sont temporaires, car il faut les renouveler si on ne veut pas que leur effet cesse. Par exemple, les produits chimiques ne sont efficaces que pendant un certain nombre de jours ; ce délai passé, il faut les répandre à nouveau.

5^o leurs résultats sont inconstants car ils dépendent beaucoup du milieu extérieur.

Parmi ces moyens, le plus employé est celui qui consiste à rendre impropre l'eau à la vie des larves des anophèles. Il évite l'exécution des grands travaux de drainage et permet d'atteindre les berges des rivières où l'eau est moins vive, ainsi que les abreuvoirs et les petites collections aquatiques. Empoisonner les larves par un produit chimique sans compromettre la vie des poissons et des animaux, tel est le problème. On a trois sortes de produits chimiques :

1^o ceux qui agissent par asphyxie : paraffine liquide, huile brûlée.

2^o ceux qui agissent par leur toxicité : vert de Paris, stoxal.

3^o ceux qui ont une action physico-toxique : pétrole et Leron.

Tous ces produits sont efficaces, mais pour qu'ils ne soient pas trop onéreux, on ne peut les employer sur de vastes étendues, ni les renouveler trop souvent. Leur répartition à la surface des eaux est hasardeuse, elle dépend des courants et du vent. Alors que l'on croit avoir une couche égale et suffisante pour tuer toutes les larves, certains endroits en manquent et préservent celles qui s'y trouvent. Ces produits rendent de grands services, sans être complètement satisfaisants ; aussi a-t-on cherché un ennemi naturel de ces larves, qui les détruiraient dans leur milieu même, d'une façon quotidienne, sans répit, sans avoir besoin d'être renouvelé et qui s'adapterait aux circonstances extérieures ; en résumé, un moyen biologique, agissant avec tout le dynamisme que donne la vie. C'est pourquoi on a pensé à utiliser les qualités larvivores de certains poissons, et en particulier de la Gambusie.

Mais avant de chercher quelles qualités doit présenter un poison larvivore, il me paraît nécessaire d'envisager les conditions naturelles où l'on se propose de le placer, c'est-à-dire la limnologie, la flore aquatique et le plancton des pays paludéens, ainsi que les larves qu'il doit détruire.

LIMNOLOGIE. — Nous ne parlons pas du sol marécageux des forêts équatoriales chaudes et humides, où les larves de moustiques se développent

jusque dans la goutte d'eau retenue, dans le pétiole s'inserrant sur la tige, mais seulement des terrains renfermant des nappes aquatiques, sans végétation luxuriante. Ces terrains sont argileux, calcaires ou sableux.

1^o. Les terrains argileux affleurant à la surface de la terre comprennent la plupart des terrains paludéens, soit qu'ils forment de grandes couches imperméables recouvertes d'eaux stagnantes, soit qu'ils se disposent en fonds vaseux le long des rives fluviales. Dans le premier cas les poissons larvivores se développent parfaitement bien. Si la masse d'eau est importante, on ne les trouve jamais dans la région profonde qui est située au-dessous de la limite de pénétration de la lumière, on en trouve quelques-uns dans la région pélagique, mais la masse est presque toute entière dans la zone littorale. En cas de crue, lorsque le marécage déborde, les poissons larvivores sont entraînés et viennent envahir les nouveaux territoires. Dans un fleuve, les poissons larvivores trouvent des conditions d'existence plus dures. Ils auront une tendance à descendre le cours du fleuve, probablement parce qu'il leur est difficile de résister à la force du courant, et pour la même raison, ils demeurent de préférence sur les bords où l'eau est plus calme, où la végétation peut les cacher, et où se trouve la nourriture la plus abondante.

La température de l'eau joue un rôle capital pour les poissons larvivores. Ceux-ci provenant de pays exotiques aux eaux tièdes, le problème pour nos con-

trées européennes sera de trouver une race larvivore qui s'acclimate à des conditions plus rigoureuses.

2^o Les terrains calcaires qui sont formés de roches dures et compactes où l'eau circule entre les fissures, tantôt à ciel ouvert, tantôt souterraine, s'amasse en lacs, ou en masses moins importantes pour jaillir plus loin à l'air libre. Les larves de moustiques se développent surtout dans les flaques d'eau temporaires qui se forment après les pluies, qui ne possèdent pas d'écoulement et sont asséchées par la chaleur de l'été. On utilisera les poissons larvivores, en les répandant au moment de la crue des eaux. Suivant la plus ou moins grande sécheresse, il se maintiendront ou disparaîtront, ayant supprimé les larves à l'endroit où ils furent mis.

3^o Les terrains qui reposent sur une couche argileuse, laissent refluer l'eau au-dessous du sable, formant ainsi de vastes étendues lagunaires le long des côtes basses et aux deltas des fleuves. Dans ces cas, les poissons larvivores rendront les mêmes services que dans les terrains argileux.

FLORE AQUATIQUE. — l'Humus qui se dépose au fond des marais et marécages est souvent très épais et il est riche en matières nutritives qui permettent la vie aquatique.

Les plantes peuvent être réparties en deux groupes : l'un vertical, l'autre horizontal.

1^o Les plantes formant une couche de végétation verticale comprennent soit des plantes marécageuses

comme le souci d'eau, (*Caltha palustris*) et le cresson des prés (*Cardamine pratensis*), soit des plantes émergées comme le roseau (*Phragmites communis*) et les junces (*Juncus effusus*, *Juncus glaucus*).

2^o Les plantes formant une couche de végétation horizontale : plantes flottantes et plantes immergées.

Parmi les premières on a : le Cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*) la Lentille d'eau (*Lemna minor*). Parmi les secondes : la Flèche d'eau (*Sagittaria sagittæfolia*), les *Potamogeton* et surtout les mousses, les hépatiques et les algues, soit vertes : conferves, spirogyres ; soit bleues : euglènes, oscillaires ; soit brunes : diatomées.

Les plantes aquatiques jouent un rôle néfaste au point de vue paludéen. Leurs tiges et leurs feuilles enlacées forment un réseau qui abrite les infusoires, les œufs, les larves et les insectes. Dans cet enchevêtrement, les poissons ont peine à se frayer un passage ; leurs mouvements sont gênés, leur chasse est ralentie, et bien souvent leur minuscules proies leur échappent. Les poissons larvivores seront donc les plus petits que l'on puisse trouver. Chaque fois qu'il sera possible, on enlèvera la végétation superflue, on rétablira les cours d'eau qui entraînent les larves hors de leurs abris végétaux.

LE PLANCTON. — Le plancton se trouve dans toutes les eaux : douces, à moitié salées et salées. Dans les deux premiers cas, son habitat est le même que

celui des larves, et c'est dans sa masse que celles-ci trouvent leur nourriture.

Les Culicidés

Les Culicidés comprennent en tant qu'insectes nuisibles à l'homme : les Anophélinés, les Culicinés et les Aédinés. Leurs œufs, leurs larves et leurs nymphes présentent des caractères biologiques qui en font des proies faciles pour les poissons larvivores.

1^o *Les Œufs.* — Les œufs des *Stegomyia* et des Anophélinés sont pondus isolés les uns des autres, et possèdent chacun une chambre à air qui leur permet de flotter. Ils sont pondus au printemps plus précocement que ceux des poissons, et ils se développent, suivant la température, en 2 à 3 jours seulement.

2^o *Les Larves.* — Les larves des Anophélinés se tiennent horizontalement dans l'eau où elles se déplacent en serpentant. Elles vivent de préférence dans l'eau pure des sources et des rivières.

Les larves des Culicinés se placent obliquement dans l'eau. Elles sont pourvues d'un long siphon respiratoire qui seul affleure à la surface. Elles ne sont pas difficiles et se contentent de toutes les eaux même souillées. Elles peuvent vivre dans l'eau salée et même très salée jusqu'à 87 gr. 4 par litre d'après les travaux de Vogel. Il faudra que les poissons larvivores puissent s'accommoder de ces conditions.

Les larves des *Stegomya calopus* sont épaisses, brunes, avec un siphon respiratoire court et large.

Malgré ces caractères divers, les larves mènent la même vie. Elles se tiennent au plafond des eaux, leur petitesse les font dédaigner des gros poissons. Elles restent à l'endroit de leur naissance, si aucune circonstance extérieure ne les pousse plus loin. Elles se nourrissent des particules végétales qui passent à leur portée. Si elles restaient immobiles, les poissons larvivores ne les verraient pas, mais leurs mouvements continus les font briller, produisent des éclats qui frappent ces derniers, qui alors se précipitent sur elles pour les avaler. Au printemps les moustiques deviennent vite une multitude, alors que les poissons sont plus lents à se développer. On ne dispose tout d'abord que de ceux qui ont hiberné, ils sont forcément peu nombreux et moins actifs que les jeunes. En juillet, août seulement, leur nombre est suffisant pour qu'ils puissent assurer à eux seuls la lutte anti-larvaire. Une des qualités que l'on demande aux poissons larvivores est une reproduction rapide et la plus précoce possible au début de l'année.

3^o *Les Nymphes.* — Après plusieurs mues, les larves adultes cessent de se nourrir et se transforment en nymphes pour parfaire leur organisation interne, et le développement complet des organes génitaux. Elles sont en forme de point d'interrogation, ce qui fait paraître leur portion céphalique énorme. Elles sont mobiles, par conséquent vulnérables et visibles

pour les poissons. Comme elles restent peu de temps dans l'eau, par rapport aux larves, elles disparaissent en moins grand nombre que ces dernières. Aussi a-t-on donné aux poissons le nom de larvivore puisque c'est surtout de larves qu'ils se nourrissent et non des nymphes.

LES POISSONS LARVIVORES ET LEURS CARACTÈRES

Les poissons larvivores sont un moyen de prophylaxie commode, peu onéreux et efficace.

Commode, afin de passer inaperçu dans le pays, sans troubler les habitudes des autochtones, sans provoquer leur méfiance et leur crainte d'être obligés d'aider, ce qui risquerait d'amener des discussions violentes, sans même faire naître le soupçon que cette méthode puisse gêner leurs habitudes et leurs idées.

Peu onéreux, pour les mêmes raisons que ci-dessus. Efficace, mais sans aucun doute beaucoup moins efficace que les grands moyens.

Les poissons larvivores peuvent rendre des services appréciables, mais je ne crois pas qu'ils puissent à eux seuls supprimer le paludisme dans une contrée, quoiqu'ils y soient parvenus en Istrie, car s'ils détruisent les larves, ils ne leur enlèvent pas les moyens de vivre. Ils les pourchassent, ils les dévorent en grand nombre, mais il y en a qui échapperont toujours au massacre.

Quelles sont les qualités que doivent présenter les poissons pour aider à la prophylaxie du paludisme ?

1^o Ne pas être comestible, et pour cela ne présen-

ter aucun intérêt gastronomique, ni comme goût, ni comme taille. On choisira donc les poissons larvivores dans ce qu'on appelle communément le « menu fretin » que les pêcheurs rejettent avec dédain lorsque par hasard ils en ont capturé.

2^o Il est essentiel que les poissons larvivores se reproduisent par viviparité afin qu'ils pullulent le plus tôt possible dans la mare ou l'étang où ils sont placés. Malgré cela, ils seront toujours en retard sur les anophèles.

3^o Quoiqu'ils soient d'une taille exiguë, ils doivent être robustes et rapides, afin de passer dans tous les méandres, formés par la flore aquatique, et se plaire dans les mêmes lieux que les larves, c'est-à-dire fréquenter les rives, le centre et la proche surface plutôt que la profondeur.

4^o Ils doivent être rustiques, afin de pouvoir s'acclimater à des températures variables, et qu'ils ne deviennent pas plus fragiles en changeant de localité, ni sensibles aux maladies. Il est à remarquer que les pays paludéens se trouvent à des latitudes telles que jamais il n'y fait continûment froid, si bien qu'il suffira que les poissons larvivores soient résistants à l'eau glacée au moins pendant quelques jours, mais non une saison complète. Il est plus important qu'ils puissent vivre dans l'eau souillée et dans l'eau salée.

5^o La qualité principale des poissons larvivores sera leur voracité. Ils doivent toujours être disposés à avaler et à préférer cette nourriture à toutes les autres : végétales ou animales. Cette faim insatiable,

leur donne les qualités que requiert leur chasse : la rapidité, l'agilité, la poursuite incessante des proies. Dans le monde minuscule où ils évoluent, leur férocité inlassable doit être semblable à celle des requins en haute mer, ou des fauves sur terre.

6° Il est incontestable qu'un poisson coûteux, soit à cause du prix de vente, soit à cause de son élevage, ne saurait convenir pour une lutte antipaludéenne que l'on veut aussi peu onéreuse que possible. Les poissons larvivores seront donc faciles à élever, à transporter,, et ne demanderont aucun soin, une fois placés où ils doivent agir.

7° Les poissons larvivores étant de petite taille sont fatalement chassés par plus gros qu'eux, c'est-à-dire par tous les autres poissons. Ils peuvent être même une proie élective pour certains d'entre eux et dans ce dernier cas, les poissons larvivores étant exterminés, ne peuvent servir à rien.

Inversement, les poissons larvivores ne peuvent borner leur nourriture aux seules larves, et ils mangent tout ce qui est aussi gros qu'elles, c'est-à-dire les alevins des autres poissons. Cet inconvénient peut être un désastre dans un élevage de pisciculture, mais il est indifférent dans les contrées paludéennes, où à cause du paludisme, on ne peut faire d'exploitation bien considérable.

Les poissons larvivores

Ce sont les nègres du sud des États-Unis et les indigènes de la Barbade aux Antilles Anglaises qui ont révélé cet ingénieux moyen (Molloy). Pour tuer les larves qu'ils voient grouiller dans les collections d'eau, ils ont coutume, depuis toujours, d'y mettre de très petits poissons fort actifs de la famille des Pœciliidées, appelés « millions », lesquels semblaient n'avoir qu'un but, celui de se gaver de larves. En ayant cette habitude, ils cherchaient à se débarrasser des souillures végétales et animales de l'eau. C'était pour eux une commodité qui ne coûtait rien ni en soin, ni en argent, mais ils ignoraient que par ce moyen, ils rendaient à eux-mêmes un immense service car le paludisme est presque inexistant dans ces pays.

On peut dire que presque tous les poissons des eaux douces mangent des larves, au moins à une période de leur vie, lorsqu'ils sont jeunes alevins et qu'ils ne peuvent encore avaler de plus grosses proies. Mais en grandissant, les poissons dédaignent cette insignifiante nourriture et chassent un gibier plus approprié à leur appétit grandissant.

Dans nos pays, un seul poisson pourrait aider à la prophylaxie anti-paludéenne, c'est l'Anguille à son stade de Civelles, lorsqu'elle quitte les profondeurs atlantiques et se répand dans les eaux douces du

continent. A ce moment elle mesure 6 à 8 centimètres sur quelques millimètres de largeur ; fine et transparente, elle s'introduit par masses considérables dans toutes les eaux douces. Les plus petites, qui sont des mâles, restent le long des côtes, dans les étangs du littoral, tandis que les femelles, plus volumineuses remontent les courants. Au point de vue paludéen les premiers sont intéressants. Ils parviennent dès la fin de l'hiver, au début du printemps, sur nos côtes, avant l'éclosion des larves, et pendant toute la première année de leur croissance, ils ne peuvent se nourrir que de celles-ci, comme le prouvent les travaux du D^r Gandolfi-Hornyoldt. Ils sont en telle quantité qu'il est facile d'en capturer des milliers pour les répandre dans les eaux infectées, où leur voracité les rend redoutables. Malheureusement, l'année suivante, ils ont grandi et ne chassent plus exclusivement les larves, cette différence alimentaire ira en augmentant pendant les deux autres années au bout desquelles ils retournent à la mer. On voit donc par cet exemple, que l'Anguille qui est parfaitement acclimatée à nos contrées, ne peut convenir que pendant un an, tant qu'elle est petite ; sitôt que sa taille s'accroît, son intérêt disparaît. Par exemple en Corse, où elle est très abondante, elle n'a eu aucune action larvivore.

Il faut donc que le poisson larvivore soit un poisson petit et qu'il le demeure, afin que pendant toute sa vie il ne puisse se nourrir que de larves.

C'est dans la famille des Pœciliidés que l'on trouve

ces individus de taille exiguë, chacun avec des qualités qui le distingue. Tous sont des poissons tropicaux, vivant dans l'eau tiède ; leurs couleurs, surtout chez le mâle, sont brillantes et diverses. Aucun n'est originaire de l'Europe.

Les poissons larvivores sont surtout employés dans la prophylaxie du paludisme, mais on a aussi cherché à les utiliser dans celle de la fièvre jaune. La biologie différente des uns et des autres, les ont fait diviser en trois groupes : 1^o ceux qui mangent les larves de *Stégomya* et vivent en eaux profondes. 2^o ceux qui mangent les larves d'Anophèles et vivent au ras de la surface de l'eau. 3^o ceux qui vivent en pleine eau.

1. — GROUPE DES POISSONS DE FOND

Ce sont les « Bottom feeder » des auteurs américains ; ils sont peu nombreux et mal connus. On emploie les poissons indigènes des pays où sévit la fièvre jaune. Ils sont purement tropicaux, mais peuvent vivre dans les eaux rapides et très oxygénées des montagnes des Andes.

On a obtenu des résultats avec :

1^o *Domitator maculatus* ;

2^o *Pygidium sp.* ;

3^o *Pœcilia sphenops* ;

4^o *Fundulus diaphanus*.

D'autres poissons ont été également expérimentés,

mais soit qu'ils n'avalent des larves qu'en captivité, ou que leur appétit larvivoire diminue en grandissant, ils n'ont pas paru mériter une plus longue attention.

1^o *Dormitator maculatus* appartient à la famille des Gobiidés ; son corps est court et robuste ; il est essentiellement carnivore, et vit dans les profondeurs des cours d'eau des provinces chaudes d'Amérique et d'Asie.

2^o *Pygidium* se tient, d'après des observations, pendant la journée au fond de l'eau et monte à la surface la nuit pour dévorer les larves et les pupes des *Stegomyas fasciata*. On le trouve dans les rivières de l'Amérique du sud, depuis les côtes du Pacifique jusqu'à l'Atlantique, et il vit dans les ruisseaux des montagnes, jusqu'à 4.500 mètres d'altitude.

3^o *Pœcilia sphenops* a été utilisé par Molloy en 1925. C'est un poisson indigène de Mexico et de Vera-Cruz. Il appartient à la famille des Pœciliidés, laquelle contient de nombreux poissons culiciphages.

4^o *Fundulus diaphanus*, de la même famille que le précédent, est remarquable par sa transparence et chez le mâle par vingt barres verticales et argentées disposées le long des flancs. Il est très abondant dans les lacs des environs de New-York, ce qui explique pourquoi il fût utilisé un des premiers par les hygiénistes des États-Unis.

Les poissons larvivores, dans la prophylaxie de la fièvre jaune, montrent en quoi ceux-ci peuvent aider quand le fléau menace et que tous les moyens

sont utilisés en même temps et à dose massive pour arrêter l'envahissement alors que l'on n'a nullement le temps de faire des travaux portant sur l'assainissement du pays. A partir de 1920, la régression de la fièvre jaune fût considérable, à la suite des résultats obtenus par la mission Rockefeller ; néanmoins on a continué l'élevage des poissons larvivores dans le double but de préserver les pays qui furent atteints, et de continuer à combattre la fièvre jaune dans les foyers d'endémie.

II. — GROUPE DES POISSONS DE SURFACE

Ce sont les « Top-minnows » des auteurs américains. A l'encontre du groupe précédent, ils forment un ensemble homogène, appartenant tous à l'ordre des Haplomi et à la famille des Pœciliidés. Ils présentent les mêmes caractères de petitesse, de rapidité et de voracité. Ils sont originaires du Nouveau Continent. Ils ont été surtout étudiés dans la dernière moitié du xix^e siècle, et ils ont été divisés en genres très nombreux. La majorité est vivipare. Les mâles sont toujours plus petits que les femelles, aussi sont-ils les plus petits poissons connus ; leurs nageoires sont plus développées, et leurs teintes agréables les ont d'abord fait rechercher comme poissons d'ornement, avant que l'on songe à s'en servir dans la prophylaxie du paludisme. Leur manière différente de se nourrir, a permis de les diviser

en Pœciliidés limnophages et en Pœciliidés carnivores, ce qui entraîne des aptitudes différentes pour la lutte anti-larvaire.

1^o PŒCILIIDÉS LIMNOPHAGES. — Ils sont caractérisés par ce fait que l'armature de leur mâchoire est faible, les os qui la composent jouant les uns sur les autres. L'intestin possède de nombreuses circonvolutions. Ils sont vivipares et les sexes sont nettement différenciés. Ils se nourrissent des particules végétales et animales flottants dans l'eau. Les principaux représentants sont :

1^o Les *Pœcilia*, BLOCH et SCHNEIDER, qui forment un genre très commun dans les régions chaudes de l'Amérique. Leur abondance en a fait décrire 18 sortes, différant peu les unes des autres. Le *Pœcilia sphenops* a surtout été utilisé dans la lutte contre la fièvre jaune.

2^o Les *Mollienisia*, LE SUEUR, diffèrent peu d'avec les précédents ; ils vivent seulement dans l'Amérique du Nord, depuis les États de Caroline, jusqu'au Mexique. On les trouve dans les étangs avoisinant l'Océan Atlantique ; cependant le *Mollienisia jonesi* GÜNTHER, a été trouvé dans le lac volcanique de l'Alcohuaca à 2.500 mètres d'altitude, au Mexique. Le plus remarquable est le *Mollienisia latipinna*, LE SUEUR, qui se caractérise chez le mâle par une nageoire dorsale très développée, qui se déploie et s'irise de teintes variées comme la queue des Paons.

3^o Les *Platypæcilia*, GÜNTHER, qui ont un corps sombre et portent sur le flanc une tache noire.

Dans la pratique de la prophylaxie du paludisme, les Pœciliidés limnophages ne présentent qu'un secours insuffisant. Malgré leur petitesse et leur agilité, ils ne sont pas de bons chasseurs de larves. Leurs mâchoires sont trop faibles pour saisir une proie remuante ; bien souvent ils la manquent et préfèrent alors une nourriture végétale. Dans leur pays d'origine où ils sont abondants, ils peuvent rendre des services. En Europe, il ne peut pas en être de même, d'autant plus que leur exotisme leur interdit les eaux trop froides de notre continent. Peut-être pourraient-ils être utilisés dans les colonies tropicales d'Afrique où ils retrouveraient les conditions biologiques qui leur sont nécessaires ?

2^o PÆCILIIDÉS CARNIVORES. — Ils possèdent une conformation plus robuste que celle des précédents ; aussi ce sont des chasseurs de proies par excellence. Chacune de leurs mâchoires forme un seul bloc, dont les segments osseux sont solidement unis aux voisins. Ce fait a le grand avantage de leur donner une préhension telle que la larve, une fois saisie, ne peut plus s'échapper. Leur intestin est aussi long que le corps et ne présente aucune circonvolution, ce qui leur permet de digérer très vite et de renouveler constamment leur voracité. C'est donc dans ce groupe de poissons que se trouvent ceux qui ont le caractère larvivore le plus marqué, et qui sont les plus aptes

à aider dans la lutte antipaludéenne. Cependant, il faut choisir parmi eux, et des différences biologiques ayant des conséquences pratiques ont fait que seuls la Gambusie a été exploitée dans nos pays.

Les médecins des États-Unis, comme CHIDESTER, MOLLOY, DAVID STARR JORDAN ont expérimenté plusieurs sortes de Pœciliidés carnivores. Parmi les plus intéressants, on a : les *Cyprinodon*, les *Lebistes* et les *Fundulus*.

1^o Les *Cyprinodon*, LACÉPÈDE, surnommés « pursy minnows » (vérons bouillis) ont le corps court et plein ; ils vivent dans les eaux saumâtres de l'Amérique Centrale, parfois dans les eaux chaudes et salées des ruisseaux. Ils sont très communs, et on en compte onze espèces. Malgré qu'ils soient très voraces, on a renoncé à les utiliser dans la lutte antilarvaire, car ils sont ovipares et se reproduisent trop lentement.

2^o Les *Fundulus*, LACÉPÈDE, sont représentés en Amérique par 46 espèces. Leur corps est allongé. La bouche de grandeur moyenne à une mâchoire inférieure dépassant la mâchoire supérieure ; chacune possède 2 séries de dents pointues. Les sexes sont différents par la coloration, la taille et le développement des nageoires. Ils sont ovipares. Ils se nourrissent exclusivement d'animaux. Ce sont les plus grands Pœciliidés, et certaines espèces sont brillamment colorées. Plusieurs d'entre eux sont des poissons de fond, se plaisant dans l'eau saumâtre des estuaires, ce qui a permis de les utiliser dans la

chasse aux larves de *Stegomya*. Les autres, nagent franchement au ras de la surface, mangeant les larves et les insectes flottants des étangs et des ruisseaux. Les *Fundulus* sont plus carnassiers que les *Cyprinodons* ; leur mâchoire inférieure projetée en avant capture mieux les proies. Ils ont longuement retenu l'attention des hygiénistes, particulièrement de J. PERCY MOORE, mais leur oviparité et leur habitat assez chaud ne sont pas pour faciliter leur introduction en Europe.

3^o *Lebistes*, DE FILIPPI, ou poissons millions, ainsi appelés vulgairement à cause de leur pullulation rapide. On ne connaît qu'une espèce « *Lebistes pœciliides* » DE FILIPPI, que l'on trouve exclusivement aux Barbades. Ce sont eux que les nègres employaient pour se débarrasser de la vermine aquatique, et qui ont donné l'idée des poissons aidant à la prophylaxie du paludisme. Comme les précédents leur mâchoire inférieure dépasse la supérieure, et chacune possède une rangée de dents. Ils mesurent quatre centimètres. L'extrême diversité de coloris des mâles empêche que l'on puisse trouver deux individus rigoureusement identiques. Malheureusement ils ne peuvent vivre que dans l'eau tiède des contrées proches de l'Équateur ou dans l'aquarium très bien agencé des riches collectionneurs de poissons en Europe.

4^o Les *Gambusia*, PÆY, qui méritent une étude à part.

On voit que le groupe des Pœciliidés contient des

poissons présentant au maximum les caractères de déprédateurs de larves. Ceux qui vivent dans le fond des fleuves et des marais, sont en général moins bons chasseurs que ceux qui vivent le plus possible à la limite de l'eau et de l'air. Certains, comme les *Fundulus*, participent aux deux genres de vie. Au point de vue biologique, ce qui accentue le caractère carnassier c'est la mâchoire projetée en avant, habile à happer et à retenir les proies. En pratique ne peuvent être utilisés dans la prophylaxie antipaludéenne que ceux qui présentent cette particularité, c'est-à-dire les *Fundulus*, les *Lébistes* et les *Gambusia*.

III. — GROUPE DES POISSONS DE PLEINE EAU

On a obtenu des résultats avec des poissons appartenant à d'autres familles. Les plus notables sont :

L'Eupomotis gibbosus LINNÆUS, ou poisson soleil, qui vit dans le nord de l'Amérique et se plaît dans des eaux claires. C'est un poisson très actif, mais il se nourrit beaucoup plus de petits poissons que de larves d'anophèles.

Gasterosteus, ARTEDI LINNÆUS, comprend 7 espèces en Amérique du Nord, et s'apparente avec d'autres espèces en Europe. Les poissons qui les composent, présentent les grands avantages de vivre dans les eaux froides et dans les eaux salées. Il serait

donc facile de développer sa culture dans nos pays, en prenant la catégorie européenne. Leur défaut est d'être nocifs aux jeunes de toutes les espèces de poissons.

En définitive, il vaut mieux s'en tenir aux seuls Pœciliidæ dans la chasse contre les larves de moustiques, et parmi eux, à la gambusie qui présente les plus grands avantages.

Dans le tableau suivant, ne figurent que les poissons larvivores étudiés ci-dessus et ayant donné des résultats pratiques.

POISSONS LARVIVORES

GROUPE I

<i>Poissons de fond</i>	Pœciliidæ	: <i>Pœcilia</i> <i>sphenops</i> <i>Fundulus</i> <i>diaphanus</i>
	Trichomycterus	: <i>Pygidium</i> <i>sp.</i>
	Gobiidæ	: <i>Dormitator</i> <i>maculatus</i>

GROUPE II

<i>Poissons de surface</i>	Pœciliidæ limnophages	: <i>Pœcilia</i> <i>Mollienesia</i> <i>Platypœcilia</i>
	Pœciliidæ carnivores	: <i>Cyprinodon</i> <i>Fundulus</i> <i>Lebistes</i> <i>Gambusia</i>

GROUPE III

<i>Poissons de pleine eau</i>	Centrarchidæ	: <i>Eupomotis</i> <i>gibbosus</i>
	Gasterosteidæ	: <i>Gasterosteus</i>

Les Gambusies

Le genre *Gambusia* PÆY 1855, du groupe des Pœciliidés carnivores, comprend neuf espèces différenciant peu les unes des autres. Les premières rattachées au genre *Gambusia* sont la *Gambusia punctata* PÆY et la *G. punctilata* PÆY, que l'on trouve à Cuba. La plus petite est la *G. infans*, WOOLMAN, qui mesure 3 centimètres et vit dans les eaux saumâtres au Mexique. Les *G. nobilis*, BAIRD et GIRARD, *G. gracilis*, HECKEL, *G. picturata* PÆY, se distinguent les unes des autres par leur coloration et la disposition différente des taches de leur corps. La *G. nicaraguensis* GÜNTHER, se trouve dans les lacs du Nicaragua et la *G. episcopi* STEINDACHNER, dans les étangs près de Obispo Station, sur le canal de Panama.

Toutes ces gambusies vivent dans des pays trop chauds pour espérer pouvoir les acclimater en Europe ; seule l'espèce la plus nordique, la *Gambusia affinis* BAIRD et GIRARD 1853, intéresse la prophylaxie du paludisme, et c'est elle que je décrirai ici, car c'est d'elle dont il s'agit quand on nomme la gambusie. A Cuba, où les gambusies sont communes, leur nom primitif est guaracones, leur surnom « gambusino » « petit rien » par allusion à leur insignifiance.

Biologie de la Gambusie

La *Gambusia affinis* BAIRD et GIRARD est d'après certains auteurs divisée en 3 groupes : la véritable *G. affinis* distribuée depuis la frontière mexicaine jusqu'à l'embouchure du Rio Grande del Norte ; *G. patruelis* au nord des États-Unis, et *G. holbrooki* dans les États de l'Atlantique, de la Virginie à la Georgie. Mais d'après DAVID STARR JORDAN, les différences que l'on trouve entre elles sont de peu de valeur. Le nom *affinis* a la priorité quoique la forme commune, allant du Delaware au Texas, doit être nommée comme une sous-espèce *patruelis*, les noms *holbrooki*, *melanops* et *atrilatus* étant synonymes de *patruelis*. Quoiqu'il en soit ces différences, utiles à noter pour l'ichthyologie, ne présentent pas d'intérêt pour le paludisme, car la valeur larvivore est la même chez toutes les sous-espèces de *Gambusia affinis* BAIRD et GIRARD 1853.

Avant que la gambusie devienne commune dans les ruisseaux des pays paludéens, elle se trouvait exclusivement dans les marais et les lagunes de l'Amérique du nord, du 40 au 20^e degré de latitude nord, le long de la côte sud-est de l'Atlantique. Rare dans le nord, elle devient de plus en plus abondante dans les pays méridionaux. Elle a un corps trapu, vert olive. La tête est large, la mâchoire inférieure est projetée en avant. Les deux mâchoires

à l'ossature solide possèdent une rangée de dents pointues parfaitement fermes. Les branchies sont bien ouvertes. Chaque nageoire dorsale et anale est plutôt courte et petite. De chaque côté du ventre on note une tache noire, formée par les organes internes, aperçus par transparence à cause de la faible épaisseur musculaire, surtout chez les jeunes. Le canal intestinal est droit sans circonvolution.

Les adultes mâles mesurent de 2 à 2 centimètres et demi. Ils sont très rares, en général, un pour soixante femelles. Ils pèsent 160 milligrammes. Leur couleur est moins sombre que celle des femelles, et leur corps est plus effilé que celui de celles-ci. La nageoire anale située plus en avant que l'aplomb de la dorsale se transforme en un organe du copulation, qui est formé par les trois rayons de la nageoire anale, unis et prolongés par une membrane.

Les femelles adultes gravides pèsent 1030 milligrammes, elles sont toujours plus grandes et plus fortes que les mâles et mesurent quatre à six et même sept centimètres. Leurs écailles sont foncées. Leur ventre est proéminent, gonflé par la présence des embryons. L'époque de la reproduction variant, suivant la température, de sept à huit mois, elles peuvent produire cinq à six générations. Une fécondation serait suffisante pour quatre générations. Le foie est en grande partie sur le côté gauche. Il y a deux ovaires, juste situés sous la vessie natatoire et au-dessus de la partie postérieure de l'intestin ; le gauche est plus court que le droit, afin de ne pas

gêner l'estomac qui est à gauche. Quand ils sont entièrement développés, ils emplissent presque toute la cavité abdominale. Ils contiennent une quantité d'œufs relativement faible, œufs que l'on trouve à des degrés différents de développement : les uns étant encore extrêmement petits, presque microscopiques, les autres étant déjà voisins de la maturité et mesurant 1 mm. 8 de diamètre. Bientôt les œufs achèvent de mûrir, ils sont alors fécondés et ne tardent pas à éclore à l'intérieur même de l'ovaire. L'œuf immature se développe à l'intérieur d'un follicule ; chacun de ces derniers est irrigué par une artère et des veines. L'œuf mûr, puis l'embryon continue à se développer dans ce même follicule, il n'y a donc pas de migration dans un utérus. Quand le disque germinal apparaît, un espace, rempli de liquide, s'étend au fur et à mesure de l'évolution entre lui et le follicule, de telle sorte que l'embryon nage dans ce liquide. Les follicules contenant les œufs sont formés d'une assise interne de cellules épithéliales polygonales et d'une assise externe de fibres intriquées en réseau, où passent les vaisseaux sanguins et les capillaires, ce qui permet l'oxygénation de l'embryon, qui se débarrasse de l'oxyde de carbone par la même voie. L'embryon n'est pas nourri par l'organisme maternel, car il se développe aux dépens de la substance vitelline de son œuf. Il atteint très vite son développement complet, alors qu'il n'a pas encore absorbé toute sa substance jaune, toutefois à la naissance, il ne restera

aucune trace de celle-là. Au moment de la naissance, l'expulsion se fait en une seule masse de huit à onze alevins, par des contractions de la paroi abdominale qui chassent brusquement et en bloc, d'abord de l'ovaire dans le sinus uro-génital, puis de celui-ci au dehors, la totalité des alevins déjà nés. Ceux-ci sortent la tête la première. De même que l'œuf n'a pas de membrane ovulaire, on n'en voit pas entourant la masse, aussi on pense que le fœtus rompt le follicule juste avant la naissance. Celle-ci effectuée, chacun se sépare immédiatement et nage alentour. Un certain temps après la sortie de la 1^{re} génération d'alevins, un nouveau lot d'œufs arrive à maturité, est fécondé, se transforme en embryons et le cycle recommence. D'après A. Kuntz, les femelles de forte taille donnent plus d'alevins que les petites, et d'autant plus que la température extérieure est plus chaude. On aurait une moyenne de 80 alevins par adulte femelle.

Les alevins qui viennent de naître mesurent à peine de 8 à 10 millimètres. A ce moment, on ne peut distinguer les caractères sexuels extérieurs, ceux-ci apparaîtront en un ou deux mois. Ces alevins sont très actifs et robustes, et se mettent de suite à chasser les larves.

Caractères larvivoires des Gambusies

Sachant quelles sont les qualités demandées aux poissons larvivoires en les confrontant avec celles

propres aux gambusies, on pourra prévoir quelles sont les aptitudes de ces dernières dans la lutte antilarvaire.

1^o Les gambusies ne sont pas comestibles à cause de leur petitesse et non de leur goût. On n'a donc pas à craindre les amateurs qui viendraient les pêcher, sans se soucier de leur utilité antipaludéenne.

2^o Parmi tous les petits poissons ovipares et vivipares ce sont les vivipares qui pullulent le plus rapidement. Ceci semble paradoxal, car les Pœciliidés ovipares mettent au monde plusieurs centaines d'œufs par an, au lieu d'une centaine d'alevins comme les vivipares. Mais ces œufs, pondus en une seule fois dans le milieu aquatique, ne sont pas tous fécondés : la laitance répandue sur eux, et entraînée par le courant de l'eau, n'en atteint efficacement qu'un nombre restreint, ce qui est l'occasion d'un déchet énorme. En se développant, l'œuf fécondé est en perpétuel danger, soit par suite d'un changement défavorable dans le milieu ambiant, soit parce qu'il sert de nourriture à la faune aquatique. Si bien que sur cette quantité considérable de germes, la disparition est bien plus probable que l'évolution normale vers la naissance. Chez la gambusie vivipare, le développement ovulaire est moins hasardeux. Chaque œuf mûr est régulièrement fécondé, il se développe dans l'abri protecteur que forme l'ovaire maternel, et il y reste jusqu'à ce qu'il soit parvenu au stade gambusie prête à naître et pouvant se suffire à elle-même. Toute la période embryonnaire présente donc le maximum de sécurité.

Ainsi chaque génération naît en petite quantité, mais au complet et à plusieurs reprises pendant la saison chaude, de telle sorte que au point de vue numérique, les vivipares dépassent en nombre les ovipares.

3^o La forme, un peu trapue, du corps des gambusies leur permet néanmoins de se déplacer avec rapidité, et leur petitesse les aide à pénétrer plus que tout autre poisson à travers les herbes aquatiques. Cependant, lorsque la végétation est trop touffue, surtout si elle est composée de *Spirogyra*, les gambusies ne peuvent les pénétrer ; alors les larves d'anophèles se développent à leur aise, dans les sortes de petits lacs formés par les enchevêtrements des plantes ; il est à remarquer que même les produits chimiques ne peuvent forcer cette barrière végétale. Il faut donc enlever ces obstacles par le faucardage pour les grandes étendues, ou avec un rateau pour les petites collections. Si robustes que soient les gambusies, leur taille est trop minime, pour qu'elles puissent s'opposer à un fort courant sans être entraînées. Deux expériences ont été faites à ce sujet en Espagne. La première montre que des gambusies mises dans le Tiétar, un affluent du Tage, à un endroit où les eaux sont calmes, remontèrent vers la source, dans la Sierra de Gredos, mais ne purent se maintenir là, le courant y étant trop vif. Au contraire, par la seconde expérience, on vit que les gambusies placées à l'embouchure du Tiétar dans le Tage, endroit où se forment de vastes flaques d'eau, vécurent parfaitement et purent se reproduire. Si on met des

gambusies dans un fleuve rapide où elles sont entraînées, on les voit lutter avec énergie pour couper le courant et atteindre les bords à la recherche d'un lieu tranquille où elles peuvent rester. Ce défaut des gambusies est sans inconvénient pour la lutte antilarvaire, puisque les phases aquatiques de la vie des moustiques se passent dans les eaux calmes sans courant. Leur manipulation ne demande pas trop de grandes précautions car on peut les saisir avec les mains et les transporter dans d'autres points sans qu'elles meurent, pourvu qu'elles soient toujours dans l'eau, car si on les en sort et qu'on les laisse à l'air, même humide, elles périssent rapidement.

4^o La rusticité des gambusies se montre surtout dans leur facilité à s'acclimater et à vivre facilement dans toutes les circonstances artificielles ou naturelles. En Amérique, dans leur pays d'origine, la température la plus favorable à leur vie et à leur reproduction est de 16 à 20 degrés. Elles s'accommodent de températures bien plus élevées, ce qui n'est pas pour étonner puisqu'elles appartiennent à une famille de poissons surtout tropicaux ; mais elles supportent également des températures plus basses. En hiver les gambusies peuvent vivre sous une couche de glace de un mètre d'épaisseur pourvu que cet état ne persiste pas trop longtemps. Quand le froid arrive elles se réfugient dans le fond des mares et s'enfouissent dans le sable. On n'en voit plus une à la surface jusqu'à ce que la tiédeur du printemps où un coup de soleil sur l'eau ne les fassent remonter pleines d'activité pour

rechercher les larves. A partir du moment où elles furent considérées comme les meilleurs poissons anti-larvaires, on les expérimenta dans toutes les eaux contenant des larves pathogènes, et elles surent s'adapter à ces nouvelles circonstances. Elles vivent et se reproduisent dans les eaux dormantes et dans les eaux à faible courant, que celles-ci soient profondes ou superficielles, ombragées ou ensoleillées. Plus intéressante est leur résistance dans les eaux non pures : saumâtres, salées, ou contenant des produits chimiques.

a) saumâtres : les gambusies vivent aussi bien dans les eaux saumâtres et même souillées que dans les eaux propres. Circonstance très favorable à leur emploi, car les lagunes les plus paludéennes ont des eaux troubles.

b) eaux salées : les larves d'anophèles se développent non-seulement dans les étangs littoraux aux eaux plus ou moins salées, mais aussi dans les grandes flaques salées, encombrées d'algues marines qui représentent en été, dans les pays méditerranéens, la rivière à moitié tarie, à son embouchure dans la mer. En Corse, le Professeur Brumpt, a pu montrer que la gambusie supportait une concentration salée de 52 grammes de sel par litre, tandis que le maximum de tolérance de l'anophèle n'était que de 27 grammes pour mille.

c) Eaux contenant des produits chimiques larvicides : la résistance des gambusies à la toxicité de ces produits chimiques est utile à connaître, afin de pou-

voir combiner ces deux moyens. D'après les travaux qui ont été fait par E. de Buen à l'Institut antipaludéen de Navalморal de la Mata en Espagne, le léron et le pétrole sont assez toxiques. Dans des récipients de même contenance, et renfermant la même quantité de gambusies, le vert de Paris, ajouté à une dose supérieure à celle où il est employé dans la campagne, ne tue aucune gambusie, tandis qu'avec le léron, on voit que les poissons souffrent manifestement, car leurs mouvements se ralentissent et leur peau noircit. En plein air, dans les étangs, on ne constata la mort d'aucun poisson avec le léron, mais ce dernier avait été employé d'une façon discontinue, car il est probable qu'il existe, d'après E. de Buen, une certaine toxicité de cette substance envers les poissons. A Navalморal de la Mata en 1927, le pétrole fût employé en même temps que les gambusies, et celles-ci diminuèrent en nombre. L'année suivante en 1928, avec le vert de Paris, la mortalité fût beaucoup moins grande. De ces résultats, il ressort que le vert de Paris, peut être employé simultanément avec la gambusie : c'est la méthode mixte utilisant à la fois un moyen biologique et un moyen chimique.

d) Eaux sulfureuses : les gambusies peuvent vivre momentanément dans les eaux sulfureuses, à condition qu'elles soient chaudes, ainsi que Gibson l'a observé au Canada.

5° La voracité des gambusies est considérable, et elle se caractérise par sa prédilection pour les larves d'anophèles. Ce sont les femelles qui ont le plus grand

appétit, et comme elles sont les plus nombreuses, on peut dire que ce sont elles qui assurent la lutte antilarvaire. Une adulte de taille moyenne dévore, autant que l'on a pu s'en rendre compte, de 150 à 200 larves par jour. Leur attention est sans cesse en éveil pour saisir tout ce qui bouge, et leur faim est toujours renouvelée grâce à leur digestion rapide. Les jeunes présentent ce caractère de voracité dès leur naissance. N'ayant pas à compter sur leurs parents pour les nourrir, ils se mettent de suite en chasse, si bien qu'il n'y a pas un moment de perdu pour la lutte antilarvaire. Toute gambusie, petite, moyenne ou âgée est une féroce ennemie des larves. Inversement, leur résistance au jeûne est très grande. Dans les collections d'eau, où la nourriture larvaire est insuffisante, ou bien dans les mares qui diminuent par suite de la chaleur estivale, les gambusies sont obligées de subsister en grand nombre dans un espace restreint ; alors les jeunes sont pourchassés avec ténacité et succès par les adultes, et si le manque de nourriture persiste, les femelles, plus vigoureuses que les mâles, dévorent ces derniers. D'où l'indication au point de vue pratique, si on ne veut pas voir la quantité de gambusies décroître aussi vite qu'elle a crû, de veiller, dans les endroits où l'on veut qu'elle persiste, à ce qu'il y ait toujours de la nourriture. Ce qui était suffisant pour 50 adultes reproducteurs, ne l'est plus pour des centaines d'individus, et ces poissons, essentiellement carnassiers, ne trouvant plus de viande dans une espèce étrangère, la prennent dans la leur.

6^o L'emploi des gambusies dans la prophylaxie du Paludisme est, de tous les moyens, celui qui est le moins onéreux. La valeur marchande du poisson lui-même est nulle. Une fois les gambusies achetées, leur emploi présente un minimum de frais. En premier, leur transport demande quelques soins, aussi doit-on, si on ne le fait pas soi-même, avoir un personnel consciencieux. Il faut des récipients contenant de l'eau propre, amortir les secousses du véhicule pour que les gambusies ne soient pas heurtées contre les parois métalliques du vase, changer et aérer l'eau à plusieurs reprises, et les nourrir avec des œufs de morues ou du jaune d'œuf dur. Si on n'a pas pu prendre toutes ces précautions, on voit mourir d'abord les jeunes, puis les plus gros, et enfin les moyens ; parmi ces derniers, les femelles sont plus résistantes que les mâles, sauf celles qui ont des embryons près de naître. L'empoisonnement se fait en immergeant doucement les poissons dans leur nouvel habitat, ce qui n'a lieu qu'une seule fois par an. Il suffit ensuite d'une seule personne qui se rende compte, à peu près chaque mois, si les gambusies croissent et si les larves d'anophèles diminuent. En comparaison, les produits chimiques demandent plus d'argent, de soins et de personnel. Leur prix est élevé. Il faut les renouveler très souvent pendant le printemps, l'été et l'automne. Une seule personne ne peut suffire à les répandre, il en faut plusieurs et qu'elles soient expérimentées.

7^o Les gambusies ont des ennemis nombreux, qui cependant, ne semblent pas être capables de les faire

disparaître. Les poissons qui vivent dans les mares et les eaux peu courantes, comme les anguilles, font une grande consommation de gambusies ; celles-ci leur échappent grâce à leur agilité et en se mettant à l'abri dans les plantes aquatiques ; à part l'anguille, elles n'ont pas trouvé en Europe d'ennemis qui les aient empêché de vivre et de se reproduire. Il n'en est pas de même dans leur pays d'origine, le nouveau continent, où une chasse redoutable leur est faite par le Black-Bass (*Micropterus salmoides*), et le Poisson-Chat (*Ameiurus nebulosus*) ; il semble que ces derniers, les considèrent comme leur garde-manger héréditaire. Aux îles Philippines, on a enregistré un échec complet pour l'élevage des gambusies à cause des ennemis naturels qu'elles ont rencontré dans ces pays.

Les insectes aquatiques sont plus à craindre, et parmi ceux-ci les dytiques et les notonectes. Les premiers sont des coléoptères parfois très abondants dans certains gîtes où ils peuvent détruire des gambusies en état de moindre résistance, soit par suite d'un long transport, soit au moment de l'immersion. L'huile de vaseline détruit les dytiques. Les notonectes sont moins redoutables.

Les grenouilles ne sont pas à craindre tant qu'elles ont abondance de nourriture, mais lorsque les pièces d'eau se dessèchent, et que les gambusies se trouvent réunies dans un espace restreint, elles deviennent une proie facile et tentante pour ces batraciens. A son tour, la gambusie n'est pas que la destructrice des larves de moustiques. Il est incontestable qu'elle a

une préférence pour celles-ci, mais aussi, comme elle mange tous les proies qu'elle rencontre, elle détruit le frai et les alevins des autres poissons. Cet inconvénient qui pourrait être un obstacle à son utilisation n'est pas à considérer. C'est un fait général que les poissons se dévorent entre eux. Ce que l'on reproche à la gambusie, doit être reproché à tous, les plus gros en taille dévorant les plus petits. La gambusie n'est qu'une espèce de plus introduite dans le cycle de la concurrence vitale, et elle n'est pas plus dévastatrice que les autres ; et même, à cause de l'exiguité de sa taille, on pourrait craindre plutôt pour elle, si sa reproduction rapide n'empêchait pas sa disparition. On voit que si un œuf de poisson, avant la gambusie, avait deux chances de naître et 998 de disparaître, il n'a plus avec la gambusie qu'une chance de naître et 999 de ne jamais parvenir à l'existence. D'ailleurs, si la gambusie était tant à redouter en Amérique du Nord où elle vit depuis qu'il y a des poissons, la faune ichthyologique devrait être pauvre, tout au moins amoindrie par rapport aux faunes des pays où jamais il n'y a eu de gambusies. Or, on voit que les poissons des eaux douces d'Amérique sont aussi nombreux et variés que partout autre part. La leçon à tirer de ces faits, c'est que l'on ne peut faire d'élevage de poissons là où on combat le paludisme par la gambusie. Mais la lutte contre ce fléau passe en premier et doit comporter toutes les mesures nécessaires.

En résumé, la gambusie est le meilleur poisson larvivoire, et c'est seulement par elle que l'on pourra

obtenir des résultats justifiant son emploi et cela grâce à trois qualités maîtresses : l'abondance, une acclimatation facile pouvant s'adapter au plus grand nombre de cas, et un caractère carnassier des plus marqués.

ÉLEVAGE DE LA GAMBUSIE DANS LES PAYS PALUDÉENS

La preuve qu'un être vivant adulte se trouve dans de bonnes conditions biologiques est qu'il se reproduit. Donc chaque fois que, dans une mare ou un étang où l'on a semé des gambusies, on constatera une augmentation de leur nombre, on pourra conclure que ce lieu leur convient. Au contraire, si ce nombre diminue, c'est qu'il existe une cause de souffrance. Les gambusies se reproduisent parfaitement bien, lorsque la température est tiède et qu'elles peuvent manger.

En hiver, elles s'enfouissent dans la vase ou le sable. Celles qui sont nées en automne, et qui n'ont pas eu le temps d'atteindre leur taille maxima avant le froid, s'arrêtent presque entièrement de grandir, et ne reprendront leur croissance qu'au printemps. La même gambusie est plus grosse et plus foncée en été qu'en hiver. Pendant l'hibernation, leur nombre décroît. Elles sont très résistantes au jeûne, et reprennent toute leur vitalité dès que les conditions s'améliorent. A partir de mars, elles se reproduisent surtout dans les collections d'eau présentant un fond vaseux, avec une abondante végétation aquatique,

ou bien dans les cours d'eau à courant moyen. Si on les met dans un bassin à parois lisses et à fond maçonné ou cimenté, ne pouvant se nourrir, elles ne se reproduisent pas. Il en sera de même pour un puits propre à parois bien unies, où elles se maintiendraient avec une tendance à diminuer. Au contraire, dans un puits mal tenu, ayant une large ouverture, elles trouvent des larves pour leur nourriture et se reproduisent. Elles peuvent vivre dans des collections d'eau n'ayant pas plus de 3 centimètres d'épaisseur.

La végétation aquatique verticale ne gêne pas les gambusies qui ont tout l'espace nécessaire pour en contourner les ramifications et pourchasser les larves. Il n'en est pas de même pour les plantes qui s'étendent horizontalement à la surface de l'eau, et qui gênent non-seulement l'action des gambusies, mais celles de produits chimiques. Ce sont ces dernières qu'il faut enlever, d'autant qu'elles servent de « refuge et de paturage » aux œufs de moustiques.

C'est fin mars, début du mois d'avril, avant l'éclosion de la première génération de larves de moustiques que l'on doit procéder à l'empoisonnement des collections d'eau. Il est difficile de donner un chiffre du nombre de gambusies nécessaires. En général, on compte 50 gambusies pour un bassin de 5 mètres de diamètre. En septembre, d'après les observations du Dr OXNER, sur le littoral de la Côte d'Azur, on aurait 5000 à 10000 gambusies, ce qui est largement suffisant pour assurer la lutte anti-larvaire.

Au printemps, moment où les eaux sont plus abon-

dantes, on peut mettre des gambusies dans toutes les collections d'eau. Parmi elles, certaines sont permanentes, elles dureront l'été entier, les gambusies s'y développeront, pourront y passer l'hiver, et dès le printemps suivant, sans qu'il soit nécessaire d'un nouvel empoissonnement, elles se trouveront en nombre suffisant pour reprendre la lutte antilarvaire. Pour les autres mares qui se dessèchent complètement, les gambusies dureront aussi longtemps qu'elles le pourront, se contentant à la fin de la boue recouverte d'une mince couche d'eau, puis finalement, elles périront toutes. Il est donc nécessaire pour ces flaques d'eau temporaires de réempoissonner chaque année.

Les gambusies se tiennent près de la surface de l'eau et près des bords, là où se trouvent à la fois les plantes aquatiques et les larves, mais d'après leur taille, elle se partagent en trois groupes : les grandes gambusies restent volontiers dans le fond ; les moyennes gambusies se trouvent dans la zone des plantes flottantes, et enfin ce sont les petites gambusies nouvelles-nées qui demeurent à ras de l'eau, à l'endroit où la végétation est plus fournie, elles se mettent aussi dans les flaques avoisinant la collection aquatique principale et communiquant avec cette dernière, par des ruisselets. Si ces minces canaux disparaissent par suite de la chaleur, les jeunes gambusies ne pouvant revenir à la mare, s'accumuleront et périront à mesure que la sécheresse fera disparaître l'eau dans ces flaques.

Dans un pays paludéen où l'on a décidé d'employer la gambusie en grande quantité, il sera commode de faire l'élevage de cette dernière. Pour cela on disposera de plusieurs bassins non cimentés, contenant chacun plusieurs couples de gambusies reproductrices à l'exclusion de tous les autres poissons. Dès avril, on recueillera les alevins, et on les sèmera dans les lagunes, mares et étangs que l'on veut débarrasser des larves. A l'automne, dès que les moustiques commencent à disparaître, on gardera la dernière génération de gambusies dans les bassins afin qu'elles y passent l'hiver tout en étant surveillées. Au printemps, il sera nécessaire de leur ajouter quelques couples de reproducteurs venus de contrées éloignées afin d'éviter des croisements trop proches. Il faudra éviter avec soin toute cause de famine, et distribuer la nourriture en quantité suffisante pour éviter la chasse entre gambusies. Pour cette même raison, il vaut mieux séparer le plus tôt possible les nouveaux-nés des parents, et pour cela on peut disposer des canaux perpendiculaires aux bassins contenant une faible épaisseur d'eau, et où les jeunes gambusies viendront se réfugier spontanément.

Méthodes d'utilisation des Gambusies

On dispose de plusieurs méthodes pour utiliser les gambusies :

- 1^o Utilisation en petite quantité.
- 2^o Empoisonnement intensif.

3^o Méthode mixte avec la gambusie et un produit chimique.

1^o *Utilisation en petite quantité.* — Ce moyen est le moins onéreux ; il nécessite 50 gambusies par pièce d'eau de 5 mètres de diamètre. Dans un pays paludéen, il est tout-à-fait insuffisant, car il n'empêche pas l'éclosion et le développement de la première génération de larves, et dans les mois suivants, les gambusies seront trop peu nombreuses pour assurer une prophylaxie antipaludéenne, même restreinte. D'autant plus qu'au printemps, les gambusies n'ont pas encore acquis leur grande voracité d'été, et qu'il n'y a pas encore les gambusies nouvelles nées pouvant s'introduire dans les plus petits repaires où les larves se cachent. On n'emploiera cette méthode que dans les endroits où les moustiques n'étant pas pathogènes, il est superflu de dépenser beaucoup pour les détruire.

2^o *Empoisonnement en grande quantité.* Ce moyen est bien plus efficace que le premier, mais il est plus coûteux. Il convient aux pays paludéens où l'on veut se défendre contre le paludisme sans avoir recours aux grands moyens. Il faut 5000 à 10000 gambusies pour une pièce d'eau de 5 mètres de diamètre, et cela dès avant l'apparition des larves. C'est là en quoi repose la difficulté, car à la fin de l'hiver on n'a que les gambusies qui ont hiberné, et dont le nombre a diminué sur celui de la fin de l'automne ; il faut donc prévoir de grandes réserves de poissons qui permettent d'empoisonner suffisamment en mars. Par

cette méthode on a obtenu des résultats variant de 40 à 90 %. Cette disproportion des résultats est due à toutes sortes de facteurs que l'on trouve dans la nature : eaux, saison, température, état des berges, plantes aquatiques, emplacement des larves.

Il ne faut pas oublier que la gambusie est un moyen biologique, agissant en synergie avec la nature environnante, tantôt favorisée, tantôt contrariée par elle. Il en est de même pour les produits chimiques, qui employés à hautes doses devraient détruire mathématiquement les larves dans le temps assez court où ils peuvent agir, mais les facteurs énumérés ci-dessus interviennent à nouveau et rendent, une fois de plus, le résultat variable. De plus, leur prix et leur toxicité ne permettent leur utilisation qu'à des doses fractionnées et jamais d'une façon continue. Aussi a-t-on pensé à combiner ces deux moyens qui partent chacun d'un principe différent, l'un utilisant ce qui est vivant, l'autre ayant recours à des produits artificiels introduits eux-mêmes artificiellement dans les eaux, et c'est ce qu'on appelle la méthode mixte.

3^o *Méthode mixte.* — Cette méthode emploie simultanément les gambusies et les produits chimiques, principalement le vert de Paris à cause de sa moindre toxicité. Les qualités de ce dernier et de la gambusie, se complètent et permettent d'atténuer les défauts propres à chacun des procédés.

Le vert de Paris présente l'avantage d'être employé avant l'éclosion des premières larves printanières,

afin de tuer celles-ci en aussi grand nombre que possible à une époque où les gambusies sont trop rares pour exercer une action suffisante. Durant l'été, le vert de Paris peut aider à renforcer la lutte si les gambusies deviennent insuffisantes. De leur côté, les gambusies permettent à mesure que s'avance la saison, d'espacer et finalement de supprimer l'épandage du vert de Paris, d'où suppression de la dépense d'un produit onéreux et réduction du personnel. Voici la technique qui a été employée. On immerge les gambusies dans toutes les masses d'eau, même les plus petites, en mars. Cette opération étant faite, on répand, soit à la main, soit avec une souffreuse le vert de Paris mélangé au centième à de la poussière de route. Il faut renouveler tous les dix jours, car au bout de ce temps, le vert de Paris devient inefficace et disparaît. Pendant ce temps, les gambusies deviennent nombreuses et se développent. Dès mai, on peut espacer le vert de Paris ; pendant l'été, surtout juillet, août, il devient inutile, mais il est souvent nécessaire de le reprendre à nouveau en automne. Pendant tout ce temps, la surveillance antilarvaire doit être soigneusement faite par une personne expérimentée, qui puisse juger du moment opportun pour continuer, supprimer ou reprendre l'emploi du vert de Paris

Action larvivore de la Gambusie

C'est vers 1901 aux États-Unis que HOWARD montra que le gambusie, commune dans les ruisseaux de l'Amérique du nord, pouvait donner les mêmes résultats que les « millions » de la Barbade. Les hygiénistes américains transportèrent ce poisson dans leur possessions océaniques pour aider à la prophylaxie antipaludéenne. Honolulu était infesté par des moustiques importés d'une part par des bateaux baleiniers venant de l'Alaska, d'autre part par des bateaux, venant de Californie. Les résultats obtenus ayant été satisfaisants, William SEAL continue à immerger des gambusies aux îles Hawaï, à Formose et aux Philippines, et il reconnaît que la gambusie est un poisson robuste, qui se nourrit de préférence de larves et de moustiques, se reproduit vite et ne gêne pas les autres poissons. A Hinds-County dans le Mississipi, H. H. HOWARD en 1918 et 1919 fait une campagne importante contre la malaria par la pisciculture. Durant les étés de 1921 à 1924, HILDEBRAND (S. F.) fait des expériences répétées en Georgie (U. S.). Le plus grand succès avec la gambusie, fut obtenu en la mettant dans des mares artificielles ne contenant aucun autre top-minnow, et ayant comme végétation aquatique des myriophyllum et des utricularia. La décroissance larvaire comparée à celle de 1921, fut de 97 % pour les culicinés, et 75 % pour les

anophèles, et fut faite surtout au dépens des pupes et des grandes larves. Il remarqua en outre que les gambusies étaient particulièrement actives après la pluie. Une recrudescence de fièvre jaune s'étant produite à Guayaquil (Equateur) en 1919, CANNOR employa les poissons larvivores contre les *stegomya*, ainsi que MOLLOY au Nicaragua. Ce dernier devant le succès obtenu, n'hésite pas à écrire que la « gambusie, moyen auxiliaire, associé au faucardement peut supprimer la malaria, à elle seule.

Dans tous ces cas, il est à remarquer que les gambusies étant employées soit dans leur pays d'origine ; soit entre le 20° degré de latitude nord et l'équateur, se trouvent dans des conditions de climat chaud propice à leur développement et à leur reproduction. L'épreuve était encore à tenter pour voir si les gambusies pourraient souffrir un climat plus rude. Cependant F. R. SHAW, avait constaté dans l'Illinois qu'elles peuvent supporter un froid intense, et inversement une température de 96° F à 100° F.

Les résultats des américains ne tardèrent pas à être connus en Europe. En 1921, sur l'initiative du Dr SELLA, le bureau des pêcheries des États-Unis envoya en Espagne quelques exemplaires de gambusies. Celles-ci furent acclimatées par SADI de BUEN à l'institut océanographique de Madrid, puis furent transportées à Talayuela près de Caceres, dans un étang artificiel, servant d'abreuvoir au bétail, appelé « Fonte del Roble ». Une colonne élevée par la suite à Talayuela commémore cette expérience. Dans cet

endroit, les gambusies trouvèrent sans doute toutes les conditions nécessaires à leur accroissement, car elles se reproduisirent rapidement, et ce sont les alevins de la souche de la « Fonte del Roble » qui furent, les années suivantes, répandus dans toute l'Europe et en Afrique.

Au congrès international du paludisme qui s'est tenu à Rome en 1925, S. de BUEN donna les résultats suivants obtenus en Espagne « les gambusies ont donné un résultat efficace, presque sans frais. On a pu éviter l'emploi des produits larvicides dans les mares stables, et ne s'en servir que pour d'autres eaux, où des mesures antilarvaires sont nécessaires chaque année, réduisant ainsi l'emploi des susdits produits à la moitié ou à moins ». — Depuis, la gambusie a été employé sur une plus grande échelle dans le même pays, et a donné toute satisfaction comme méthode prophylactique d'un coût minime.

A la même époque en Italie ; la gambusie fut répandue dans toutes les régions de malaria, de l'Italie à la Sicile. Après quatre années d'observations M. SELLA conclut que avec la gambusie on a acquis un moyen d'une grande importance pour la destruction des larves d'anophèles. Dans l'Italie centrale et méridionale et en Istrie, où l'hiver est relativement doux, et où la glace reste peu de temps à la surface de l'eau, les gambusies ne souffrent pas ; au contraire, il semble qu'elles supportent mal le climat rigoureux de la Vénétie. L'emploi des

produits larvicides est réduit par la présence de poissons. Mais SELLA fait remarquer que l'on ne peut espérer faire disparaître le paludisme par un seul moyen, mais par des moyens combinés. Dans la cure radicale du paludisme, la protection des maisons semble plus utile que la destruction des anophèles, qui est pratiquement impossible ; néanmoins cette dernière n'est pas à dédaigner surtout lorsqu'elle devient économique par l'emploi des gambusies.

En Sardaigne, Petragnagni et Castelli constatent que la gambusie s'est parfaitement acclimatée, dans les eaux douces comme dans les eaux salées. Dans les eaux permanentes, elle se comporte comme un agent économique et efficace de lutte antilarvaire, elle rend aussi de grands services dans les eaux temporaires, à la condition de réempoissonner périodiquement, et un poisson suffit par mètre carré.

En France, la gambusie fut d'abord introduite en 1924 en Corse, où le paludisme présente un réel danger. En mai 1926, elles furent répandues en de multiples endroits par les soins du Prof. BRUMPT, et à ce sujet, il remarque qu'il suffit de placer en été, quelques femelles gravides non dans le fleuve à son cours moyen, mais le plus haut possible près de sa source dans la montagne, pour que l'été suivant, tous les gîtes, mares résiduelles, marais, lagunes et deltas créés par ce fleuve, soient remplis d'alevins qui ont été entraînés par le courant. Trois années après cesensemencements, G. COULON et J. SAUTET reconnaissent que — « la gambusie est un auxiliaire des

plus intéressants dans la lutte antilarvaire. Son action est plus efficace l'été et l'automne qu'au printemps. Elle peut suffire seule, dans de nombreux cas, sous réserve de contrôle et d'aider au besoin par des faucardages, ou de compléter au printemps par des épandages de larvicides. Dans les cas moins favorables, elle rend des services appréciables, surtout lorsqu'on ne peut envisager des mesures antilarvaires plus complètes ». — Le Prof. BRUMPT a obtenu des résultats similaires en Camargue. Le même auteur a immergé des gambusies le long du littoral languedocien, dans le Canal du midi et enfin dans les Landes, où ces poissons sans doute continuent à se bien développer.

En Algérie, SERGENT et PARROT essayèrent d'abord les poissons indigènes susceptibles de rendre des services dans la lutte antipaludéenne, puis ils employèrent la gambusie qui se développa très bien. Certains peuplements sont devenus prospères et constituent autant de réserves pour la propagation de l'espèce. Au Maroc, la gambusie fut expérimentée dans des centres d'élevages en 1928, pour être répandue ensuite en grande quantité dans les régions du Protectorat les plus éprouvées par le paludisme. Depuis 1930, la gambusie a été employée dans tous les pays paludéens, et toujours les mêmes résultats furent constatés : une diminution très nette du nombre de larves d'anophèles, une régression sensible du paludisme, une économie certaine, mais jamais une disparition complète et définitive de la malaria.

CONCLUSIONS

1^o Il existe des poissons qui se nourrissent principalement de larves de moustiques pendant toute leur vie, ce qui permet de les désigner sous le nom global de poissons larvivores, quoique appartenant à des familles différentes.

2^o Le caractère larvivateur est dépendant des caractères morphologiques et biologiques propres à chaque famille. Il est au maximum chez les Pœciliidés dont la mâchoire est bien conformée.

3^o Parmi les Pœciliidés, la gambusie a été choisie comme étant le poisson larvivateur le plus vorace et le plus robuste. Il s'adapte aisément à toutes les conditions géographiques et limnologiques. Seul un froid très prolongé le détruit.

4^o La gambusie présente le moyen biologique actuellement le plus efficace et le plus économique dans la prophylaxie du paludisme, car son pouvoir larvivateur est très grand. Dans les pays où les plantes aquatiques préservent les larves, on ne peut espérer extirper le paludisme par la seule présence des gambusies. Au contraire, dans les eaux que les gambusies peuvent parcourir sans entrave, comme on l'a obte-

nu dans les environs de Rovigno, en Istrie, le paludisme à disparu.

5^o La gambusie rentre dans le cadre des petites mesures prises contre le paludisme. Son avantage réside dans sa grande commodité d'emploi et son coût minime.

6^o Elle donne les meilleurs résultats quand son emploi est combiné avec celui des produits chimiques larvicides, ces derniers agissant seuls au début de la saison, puis devenant de moins en moins nécessaires à mesure que la gambusie s'accroît, sinon pour renforcer l'action de celle-ci en cas de nécessité.

VU : *Le Doyen*

ROUSSY

VU : *Le Président de thèse.*

BRUMPT

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Le Recteur de l'Académie de Paris

CHARLÉTY

BIBLIOGRAPHIE

- BRUMPT (E.). — Rôle du poisson vivipare américain *Gambusia Holbrooki* dans la lutte contre le paludisme en Corse. *C. R. Acad. Sci.*, 26 mai 1928.
- Fièvre jaune. Cours d'hygiène de L. Bernard et Debré. Masson et C^{ie}, Paris, 1927.
- BRUNELLI et REMOTTI (E.). — Il significato fisiologico dei caratteri sessuali secondari nelle *Gambusia*. *Atti Accad.*, II, 1925, p. 359.
- BUEN (E. de). — Étude expérimentale sur quelques méthodes employées dans la lutte contre les larves d'anophèles. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, 9 avril 1930.
- BUEN (F. DE) et BUEN (S. DE). — Note sull' acclimatazione delle *Gambusia affinis*. *Ann. d'Igiene*, Rome, XXXII, avril 1922, p. 281.
- BUEN (S. DE). — Compte rendu du 1^{er} Congrès international du paludisme. Rome, 4, 5 et 6 octobre 1925.
- CHILDESTER (E.-E.). — The behavior of *Fundulus heteroclitus* in salt marshes of New-Jersey. *The Ann. Nat.*, LIV, 1920, p. 551.
- CONNOR (M. E.). — Suggestion for developing a campaign to central yellow-fever. *Amer. Trop. Med.*, May, 1924, p. 277-307.
- G. COULON et J. SAUTET. — *Gambusia holbrooki* et paludisme en Corse. *Ann. de Parasit.*, 1931, IX, p. 530-545.
- GALLIARD (H.). — Rôle du poisson vivipare (*Gambusia holbrooki*) dans la destruction des larves de moustiques (rapport présenté au III^e Congrès international de technique sanitaire et d'hygiène urbaine), Lyon 6-9 mars 1932.
- GANDOLFI-HORNOLDT. — Destruction des moustiques par les anguilles (*Revue de pathol. comparée*, fév. 1923, p. 195).

- GROSEFFI (III). — Le gambusia nella lotta antimalarica in Istria *Rev. di malarologia*, V, 1926, p. 469).
- GUENAU (G.). — Pisciculture. Baillière, éd., p. 194 et 438.
- HILDEBRANDT (S.-F.). — A study of the top minnow, *Gambusia holbrooki*, in its relations to mosquito control. *Pub. Health Bull.*, CLIII, mai 1925.
- HOLLAND (E.-A.). — An experiment in the control of Malaria in New-Ireland by distribution of *Gambusia affinis*. *Trans. Roy. soc. trop. med. a. hyg.*, XXVI, 1933, p. 529 à 537.
- HOWARD (L.-D.). — Mosquitos and Bats. *U. S. Public health Report XXXV*, n° 31, 1920.
- JORDAN (D.-S.) et EVERMANN (B.-W.). — *The fishes of north and middle america*. Washington, 1896.
- JORDAN (D.-S.). — Mosquito fish (*Gambusia*) and its relations to malaria. *Rep. Smithsonian Inst.*, 1926, p. 361-368.
- KUNTZ (A.). — Notes on the habits, morphology of the reproductive organs, and embryology of the viviparus fish. *Gambusia affinis*. *Bull. Bureau of fisheries*, XXXIII.
- LUTRARIO. — Rédemption de la terre romaine par l'hygiène. *Les voix latines*, déc. 1933.
- MOLLOY (D.-M.). — Élevage de poissons larviphages. Leur rôle dans la lutte contre le paludisme et la fièvre jaune. *American Journal of Tropical diseases*, mars 1924.
- MOORE (J. Percy). — Use of fishes for control of mosquitoes in northern fresh waters of U. S. Washington government print. off., 1922.
- OXNER (M.). — Trois années d'expérience d'acclimatation des gambusies sur la Côte d'Azur. *Edit. soc. méd. du littoral méditerranéen*, 1930.
- PETRAGNAGNI (G.) et CASTELLI (A.). — La gambusie dans la lutte anti-larvaire dans la province de Cagliari. *Rev. di Malarologia*, VI, 1927, p. 709 à 727.
- SELLA (M.). — Un nuevo mezzo di lotta antianofelico in Italia. *Relazione sull' acclimatazione e sui progressi della Gambusia Policlinico*, 1925, p. 1499.
- Il pesci larvifagi e un esperimento di campagna antimalaria con le gambusia a Rovigno. *Rev. di malarologia*, VI, nov., déc. 1927, p. 888.

SERGEANT (Ed. et Et.) et PARROT (L.). — La destruction des moustiques par les poissons dans l'Afrique du nord. *Rev. Hyg.*, L1, n° 8, août 1929, p. 590 à 602.

SHAW (F. R.). — Effect of temperature in aquatic life in cisterns. *Pub. Health Bull.*, agust. 1925, p. 65 à 71.

Saint-Amand (Cher). — Imprimerie R. BUSSIÈRE. — 19-6-1934
